

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

01.12.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 1 2 月 2 日

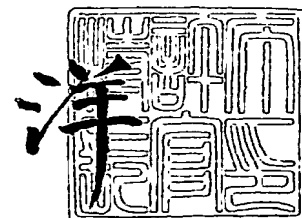
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 4 0 3 4 1 5
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 4 0 3 4 1 5]

出 願 人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2 0 0 5 年 1 月 1 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願
【整理番号】 2040850012
【提出日】 平成15年12月 2日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04B 7/26
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 西尾 昭彦
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 三好 憲一
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 吉井 勇
【発明者】
 【住所又は居所】 石川県金沢市西念一丁目 1 番 3 号 株式会社パナソニックモバイル金沢研究所内
 【氏名】 松元 淳志
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100105050
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 鷺田 公一
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 041243
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9700376

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

データを符号化する符号化手段と、
符号化されたデータからシンボルを作成し、そのシンボルを I-Q 平面上の複数の信号点のいずれかに配置する変調手段と、
作成されたシンボルを、マルチキャリア信号を構成する複数のサブキャリアのいずれかに割り当てる割当手段と、
前記複数のサブキャリアの各々の位相を、前記複数のサブキャリアの各々に割り当てられたシンボルが配置された信号点とその信号点に隣接する信号点との判定境界線を越えない範囲で変化させる変化手段と、
位相を変化させた前記複数のサブキャリアからマルチキャリア信号を作成する作成手段と、
前記マルチキャリア信号を無線受信装置へ送信する送信手段と、
を具備することを特徴とする無線送信装置。

【請求項 2】

前記変化手段は、さらに前記複数のサブキャリアの各々の振幅を、前記複数のサブキャリアの各々に割り当てられたシンボルが配置された信号点とその信号点に隣接する信号点との判定境界線を越えない範囲で変化させる、
ことを特徴とする請求項 1 記載の無線送信装置。

【請求項 3】

前記変化手段は、前記複数のサブキャリアの各々の振幅を減少させて前記送信電力を減少させる、
ことを特徴とする請求項 2 記載の無線送信装置。

【請求項 4】

前記マルチキャリア信号のピーク電力を測定し、そのピーク電力がしきい値以上であるか否かを判定する判定手段、をさらに具備し、
前記変化手段は、前記ピーク電力が前記しきい値以上である場合に変化量を増加させる、
ことを特徴とする請求項 1 記載の無線送信装置。

【請求項 5】

前記変調手段は、サブキャリア毎の適応変調を行い、
前記変化手段は、前記変調手段で使用された変調多値数が大きいほど変化量を小さくする、
ことを特徴とする請求項 1 記載の無線送信装置。

【請求項 6】

前記変調手段は、サブキャリア毎の適応変調を行い、
前記変化手段は、前記複数のサブキャリアのうち、前記無線受信装置における受信品質と前記変調手段で使用された変調方式の所要品質との差がしきい値以上のサブキャリアを変化対象とする、
ことを特徴とする請求項 1 記載の無線送信装置。

【請求項 7】

前記変化手段は、前記受信品質と前記所要品質との差に応じて変化量を決定する、
ことを特徴とする請求項 6 記載の無線送信装置。

【請求項 8】

前記符号化手段は、前記データを符号化してシステムチェックビットおよびパリティビットを作成し、
前記変調手段は、前記符号化手段によって作成されたシステムチェックビットおよびパリティビットを変調してシンボルを作成し、
前記変化手段は、前記複数のサブキャリアのうち、パリティビットのみからなるシンボルが割り当てられたサブキャリアだけを変化対象とする、

ことを特徴とする請求項 1 記載の無線送信装置。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載の無線送信装置を具備することを特徴とする無線通信基地局装置。

【請求項 1 0】

請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載の無線送信装置を具備することを特徴とする無線通信移動局装置。

【請求項 1 1】

マルチキャリア伝送において、マルチキャリア信号を構成する複数のサブキャリアの各々の位相を、前記複数のサブキャリアの各々に割り当てられたシンボルが配置された I - Q 平面上の信号点とその信号点に隣接する信号点との判定境界線を越えない範囲で変化させて、前記マルチキャリア信号のピーク電力を抑圧する、
ことを特徴とするピーク電力抑圧方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】マルチキャリア伝送における無線送信装置およびピーク電力抑圧方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、マルチキャリア伝送における無線送信装置およびピーク電力抑圧方法に関する。

【背景技術】

【0002】

移動通信においては、音声、動画、データなど様々なメディアを高速に伝送する需要が高まっている。そのための高速パケット伝送として、移動通信特有のマルチパス伝搬路の影響を軽減できる OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) や MC-CDMA (Multi Carrier-Code Division Multiple Access) 等のマルチキャリア伝送の使用が検討されている。

【0003】

しかしながら、多数のサブキャリアを用いるマルチキャリア伝送では、各サブキャリアの位相が揃ってしまったときには平均電力に対してピーク電力が非常に大きな値になってしまう。ピーク電力が大きくなってしまうと、線形増幅器の制限によって信号が歪むため伝送特性（例えば、BER: Bit Error Rate）が劣化する。したがって、大きなピーク電力が生じないようにするための様々な検討がなされている。

【0004】

そのような検討の1つとして、受信品質が低いサブキャリアの送信を行わないように制御しているものがある。送信を行わないサブキャリアを作ることによってピーク電力を抑圧している（例えば、非特許文献1参照）。

【0005】

また、別の検討として、各サブキャリアにサブキャリア毎に異なる位相回転を加えて送信するものがある。各サブキャリアの位相が揃わないようにすることでピーク電力を抑圧している（例えば、特許文献1参照）。

【非特許文献1】前田，三瓶，森永：「OFDM/FDDシステムにおける遅延プロファイル情報チャネルを用いたサブキャリア送信電力制御方式の特性」，電子情報通信学会論文誌，B，Vol. J84-B，No.2，pp.205-213（2001年2月）

【特許文献1】特開2002-359606号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、非特許文献1記載の技術では、送信を行わないサブキャリアが生じるため、送信できるビット数が減少してしまい、スループットが低下してしまうことがある。また、送信を行わないサブキャリアの位置に関する情報を受信機側に別途通知する必要があるため、伝送効率が低下してしまう。

【0007】

また、特許文献1記載の技術では、どれだけ位相回転させたかという位相回転に関する情報を受信機側に別途通知する必要があるため、伝送効率が低下してしまう。

【0008】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、スループットの低下および伝送効率の低下を招くことなくピーク電力を抑圧することができる無線送信装置およびピーク電力抑圧方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明では、上記課題を解決するために、マルチキャリア信号を構成する複数のサブキャリアの各々の位相を、前記複数のサブキャリアの各々に割り当てられたシンボルが配置された I-Q 平面上の信号点とその信号点に隣接する信号点との判定境界線を越えない範

囲で変化させて、前記マルチキャリア信号のピーク電力を抑圧するようにした。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、マルチキャリア伝送において、スループットの低下および伝送効率の低下を防ぎつつピーク電力を減少させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0012】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1に係る無線送信装置の構成を示すブロック図である。図1に示す無線送信装置は、符号化部11、変調部12、割当部13、サブキャリア選択部14、変化部15、逆高速フーリエ変換(IFFT)部16、判定部17、ガードインターバル(GI)部18、送信無線部19、アンテナ20を有する。

【0013】

符号化部11は、送信データ(ビット列)を誤り訂正符号化する。

【0014】

変調部12は、符号化されたデータからシンボルを作成し、その作成したシンボルをI-Q平面上の複数の信号点のいずれかに配置することにより、データを変調する。I-Q平面上の複数の信号点は、変調部12が使用する変調方式に応じて定まっている。詳しくは後述する。

【0015】

割当部13は、変調部12から直列に入力される変調後のシンボルを並列に変換して変化部15に入力する。割当部13は、1OFDMシンボルを構成する複数のサブキャリア数分のシンボルが直列に入力される度に、それらのシンボルを複数のサブキャリアの各々に割り当てて変化部15に入力する。また、割当部13は、どのシンボルをどのサブキャリアに割り当てたかを示す割当情報をサブキャリア選択部14に入力する。ここでは、1OFDMシンボルを構成するサブキャリアは $f_1 \sim f_N$ のN本とする。

【0016】

サブキャリア選択部14は、割当情報に基づいて、サブキャリア $f_1 \sim f_N$ のうち、位相、振幅を変化させるサブキャリアを選択し、選択結果を変化部15に入力する。サブキャリア選択部14は、パイロットシンボルや制御データ等、比較的重要な情報が割り当てられたサブキャリア以外のサブキャリアを変化対象として選択する。

【0017】

変化部15は、後述する判定部17での判定結果に従って、サブキャリア選択部14で選択されたサブキャリアの位相、振幅を変化させる。変化方法については後述する。変化部15は、位相、振幅を変化させたサブキャリア $f_1 \sim f_N$ をIFFT部16に入力する。

【0018】

IFFT部16は、変化部15から入力されるサブキャリア $f_1 \sim f_N$ を逆高速フーリエ変換して周波数領域から時間領域に変換してマルチキャリア信号であるOFDMシンボルを作成し、そのOFDMシンボルを判定部17に入力する。

【0019】

判定部17は、入力されたOFDMシンボルについて、図2に示すように、平均電力に対するピーク電力を測定し、そのピーク電力がしきい値以上であるか否かを判定する。判定の結果、ピーク電力がしきい値未満であれば、判定部17はOFDMシンボルをGI部18に入力する。一方、ピーク電力がしきい値以上であれば、判定部17は変化部15に対して変化指示を行い、この指示に従って変化部15は割当部13から入力されたサブキャリア $f_1 \sim f_N$ のうちサブキャリア選択部14で選択されたサブキャリアの位相、振幅を変化させる。

【0020】

そしてOFDMシンボルは、GI部18でガードインターバルを付加された後、送信無線部19でアンプコンバート等の所定の無線処理が施され、アンテナ20から無線受信装置に対して無線送信される。

【0021】

次いで、I-Q平面上の信号点配置および変化部15での変化方法について説明する。

【0022】

図3～図6はそれぞれ変調方式がBPSK (Binary Phase Shift Keying)、QPSK (Quaternary Phase Shift Keying)、8PSK (Phase Shift Keying)、16QAM (Quadrature Amplitude Modulation) の場合の信号点配置を示す。

【0023】

BPSKでは、1ビットで1シンボルであり、信号点配置は図3に示すようになる。つまり、無線送信装置において、BPSKで変調されたシンボルは2点の信号点のいずれかに配置される。この場合、隣接する信号点間における判定境界線はQ軸である。よって、無線受信装置では、受信シンボルが $I \geq 0$ の領域に位置すれば‘1’と判定し、 $I < 0$ の領域に位置すれば‘0’と判定する。

【0024】

QPSKでは、2ビットで1シンボルであり、信号点配置は図4に示すようになる。つまり、無線送信装置において、QPSKで変調されたシンボルは4点の信号点のいずれかに配置される。この場合、隣接する信号点間における判定境界線はI軸とQ軸である。よって、無線受信装置では、受信シンボルが $I \geq 0, Q \geq 0$ の領域（第1象限）に位置すれば‘10’と判定し、 $I < 0, Q \geq 0$ の領域（第2象限）に位置すれば‘00’と判定し、 $I < 0, Q < 0$ の領域（第3象限）に位置すれば‘01’と判定し、 $I \geq 0, Q < 0$ の領域（第4象限）に位置すれば‘11’と判定する。

【0025】

8PSKでは、3ビットで1シンボルであり、信号点配置は図5に示すようになる。つまり、無線送信装置において、8PSKで変調されたシンボルは8点の信号点のいずれかに配置される。この場合、隣接する信号点間における判定境界線はI軸と、Q軸と、I軸およびQ軸から $\pi/4$ 離れた線である。よって、無線受信装置では、受信シンボルが例えば $0 \leq \theta < \pi/4$ の領域に位置すれば‘001’と判定し、 $\pi/4 \leq \theta < \pi/2$ の領域に位置すれば‘010’と判定する。

【0026】

16QAMでは、4ビットで1シンボルであり、信号点配置は図6に示すようになる。つまり、無線送信装置において、16QAMで変調されたシンボルは16点の信号点のいずれかに配置される。この場合、隣接する信号点間における判定境界線はI軸と、Q軸と、I軸またはQ軸に並行で各信号点から等距離にある線である。例えば、信号点配置をIまたは $Q = -3, -1, 1, 3$ とした場合、隣接する信号点間における判定境界線はI軸と、Q軸と、 $I = -2, 2$ と、 $Q = -2, 2$ である。よって、無線受信装置では、受信シンボルが例えば $0 \leq I < 2, -2 \leq Q < 0$ の領域に位置すれば‘0111’と判定し、 $-2 \leq I < 0, Q \geq 2$ の領域に位置すれば‘1001’と判定する。

【0027】

そして、変化部15は、サブキャリア選択部14で選択されたサブキャリアの位相、振幅を、各信号点間の判定境界線を越えない範囲で変化させる。例えば、変調方式がBPSKで‘1’の信号点にシンボルが配置された場合、そのシンボルが割り当てられたサブキャリアの位相、振幅を‘1’の信号点に隣接する信号点‘0’との判定境界線を越えない範囲（すなわち、 $I \geq 0$ の範囲）で変化させる。また、変調方式がQPSKで‘10’の信号点にシンボルが配置された場合、そのシンボルが割り当てられたサブキャリアの位相、振幅を‘10’の信号点に隣接する信号点‘11’および‘00’との判定境界線を越えない範囲（すなわち、 $I \geq 0, Q \geq 0$ の範囲）で変化させる。また、変調方式が8PSKで‘010’の信号点にシンボルが配置された場合、そのシンボルが割り当て

られたサブキャリアの位相、振幅を‘010’の信号点に隣接する信号点‘001’および‘011’との判定境界線を越えない範囲（すなわち、 $\pi/4 \leq \theta < \pi/2$ の範囲）で変化させる。また、変調方式が16QAMで‘1111’の信号点にシンボルが配置された場合、そのシンボルシンボルが割り当てられたサブキャリアの位相、振幅を‘1111’の信号点に隣接する信号点‘0111’，‘1110’，‘1011’，‘1101’との判定境界線を越えない範囲（すなわち、 $0 \leq I < 2$ ， $0 \leq Q < 2$ の範囲）で変化させる。

【0028】

変化部15でこのようにしてサブキャリアの位相、振幅を変化させるのは以下の理由による。すなわち、無線受信装置では受信シンボルを判定する際、上記のような領域判定を行う。よって、サブキャリアの位相、振幅を変化させることで、上記図3～図6において示した信号点配置（理想的な信号点配置）から多少ずれた位置でシンボルが受信されたとしても、そのずれた位置が隣接する信号点との判定境界線を越えない範囲にあれば、無線受信装置では受信シンボルを正しく判定できるからである。また、無線受信装置では上記のような領域判定で受信シンボルを判定するので、隣接する信号点との判定境界線を越えない範囲でサブキャリアの位相、振幅を変化させる限り、無線受信装置では、変化量に関する情報を特に無線送信装置から別途通知されなくても従来通りの方法で受信シンボルを正しく判定でき、通知信号の送信による伝送効率の低下を防止できるからである。なお、変化部15が信号点配置をずらすことで伝搬路におけるノイズ等の影響により判定境界線を越えてしまうシンボルが発生しシンボルの信頼度が低くなり誤りが発生する確率は高くなるが、符号化部11で誤り訂正符号化を行っているため、無線受信装置の誤り訂正復号により誤りは訂正することができる。

【0029】

次いで、変化部15での変化方法についてより具体的に説明する。

【0030】

変化例1～6は変調方式がQPSKの場合の変化例であり、変調部12が図4における‘10’の信号点にシンボルを配置した場合、すなわち、信号点の振幅および電力（振幅の2乗）が1で、その座標が $(1/\sqrt{2}, 1/\sqrt{2})$ の場合の変化例である。

【0031】

<変化例1>

変化例1では、図7に示すような変化範囲でサブキャリアの位相および振幅を変化させる。具体的には、変化部15は、サブキャリア選択部14で選択されたサブキャリアに以下の式(1)に示す a_k を乗算する。

【数1】

$$a_k = p \cdot e^{j\theta} \quad (1)$$

【0032】

但し、 p は振幅を変化させるための変数で $0 < p < 1$ であり、 θ は位相を変化させるための変数で $-\pi/4 < \theta < \pi/4$ であり、共にサブキャリア毎にランダムな変数である。また、 k は1, 2, ..., N （ N は1OFDMシンボルに含まれる総サブキャリア数）である。このように θ をランダムに変化させて各サブキャリアの位相を変化させると、各サブキャリアの位相が揃わないようにすることができ、その結果OFDMシンボルのピーク電力を抑圧することができる。また、 p が $0 < p < 1$ であるため、変化範囲は振幅増減境界線（半径1の円の一部）の内側の範囲となり、変化後のサブキャリアは変化前のサブキャリアより振幅および電力が必ず減少する。OFDMシンボルの送信電力は、そのOFDMシンボルに含まれる複数のサブキャリアの平均電力として求められるので、変化例1によれば、変化対象のサブキャリアの数が多くなるほどOFDMシンボルの送信電力を減少させることができる。送信電力を減少させることにより、他の通信に与える干渉を減少させることができる。また、減少分の送信電力を他の通信に割り当てることができシステム全体としての伝送効率を高めることができる。つまり、変化例1では、各サブキャリアの位相

をランダムに変化させてピーク電力を抑圧するとともに、各サブキャリアの振幅を減少させることでマルチキャリア信号の送信電力を減少させる。

【0033】

<変化例2>

変化例2では、図8に示すような変化範囲（元の信号点を中心とする円の範囲内）でサブキャリアの位相および振幅を変化させる。具体的には、変化部15は、サブキャリア選択部14で選択されたサブキャリアに上式（1）で示す a_k を加算する。但し、変化例2において p は $0 < p < 1/\sqrt{2}$ であり、 θ は $0 < \theta \leq 2\pi$ であり、共にサブキャリア毎にランダムな変数である。変化例2では、変化範囲は、振幅増減境界線の内側より外側の方が大きいので、確率的にOFDMシンボルの送信電力が増加する。このようにしてOFDMシンボルの送信電力を増加させることにより、変化例1に比べ無線受信装置での誤り率を低くすることができる。

【0034】

<変化例3>

変化例3では、図9に示すような変化範囲（変化例2における円の中心をI軸側およびQ軸側にずらした範囲内）でサブキャリアの位相および振幅を変化させる。具体的には、変化部15は、サブキャリア選択部14で選択されたサブキャリアに定数 s_k （ $0 < s_k \leq 1$ ）を乗算した後で上式（1）で示す a_k を加算する。但し、変化例3において、 p は $0 < p \leq s_k/\sqrt{2}$ の定数であり、 θ は $0 < \theta \leq 2\pi$ のサブキャリア毎にランダムな変数である。変化例3では、変化範囲は、振幅増減境界線の外側より内側の方が大きいので、確率的にOFDMシンボルの送信電力が減少する。

【0035】

<変化例4>

変化例4では、図10に示すような変化範囲（変化例3における円を楕円にした範囲内）でサブキャリアの位相および振幅を変化させる。変化例4では、変化例3同様、変化範囲は、振幅増減境界線の外側より内側の方が大きいので、確率的にOFDMシンボルの送信電力が減少する。

【0036】

<変化例5>

変化例5では、図11に示すような変化範囲（振幅増減境界線上）でサブキャリアの位相を変化させる。つまり、振幅を変化させずに位相のみを変化させる。具体的には、変化部15は、サブキャリア選択部14で選択されたサブキャリアに以下の式（2）に示す a_k を乗算する。

【数2】

$$a_k = e^{j\theta} \quad (2)$$

【0037】

但し、 θ は $-\pi/4 < \theta < \pi/4$ であり、サブキャリア毎にランダムな変数である。この変化例5では、OFDMシンボルの送信電力を維持したまま、ピーク電力を抑圧することができる。

【0038】

<変化例6>

変化例6では、図12に示すような変化範囲でサブキャリアの位相および振幅を変化させる。変化例6では、上記変化例1において $p > 0$ とし、振幅を増加させることもある。但し、振幅を増加させる場合には、元の信号点と位相を変えずに振幅だけを增加させる。このようにするのは、振幅を増加させる場合に位相を変えると、OFDMシンボルの送信電力は増加するが、SNR (Signal to Noise Ratio) は劣化することになってしまい、非効率になることを防ぐためである。

【0039】

ここで、変化方法として変化例2および変化例5を用いた場合のシミュレーション結果

(ピーク電力発生確率分布評価: P A P R 分布評価) を図 13 に示す。ピーク電力発生確率 = 1 % に着目すると、ピーク電力対策を行わないときに比べ、変化例 2 では 2 dB、変化例 5 では 1.6 dB ピーク電力が減少していることが分かる。

【0040】

以下の変化例 7 ~ 11 は、変調方式が B P S K、8 P S K、16 Q A M の場合の変化例であり、Q P S K の場合の上記変化例 1 に対応するものである。つまり、以下の変化例 7 ~ 11 のいずれも、各サブキャリアの位相をランダムに変化させてピーク電力を抑圧するとともに、各サブキャリアの振幅を減少させることでマルチキャリア信号の送信電力を減少させるものである。よって、以下の変化例 7 ~ 11 のいずれも、上記変化例 1 同様、変化範囲は、隣接するシンボルとの判定境界線に囲まれ、かつ、振幅が増加しない範囲となっている。

【0041】

<変化例 7>

図 14 に示す変化例 7 は変調方式が B P S K の場合の変化例であり、変調部 12 が図 3 における '1' の信号点にシンボルを配置した場合の変化例である。変化例 7 では、図 14 に示すような変化範囲でサブキャリアの位相および振幅を変化させる。

【0042】

<変化例 8>

図 15 に示す変化例 8 は変調方式が 8 P S K の場合の変化例であり、変調部 12 が図 5 における '010' の信号点にシンボルを配置した場合の変化例である。変化例 8 では、図 15 に示すような変化範囲でサブキャリアの位相および振幅を変化させる。

【0043】

<変化例 9>

図 16 に示す変化例 9 は変調方式が 16 Q A M の場合の変化例であり、変調部 12 が図 6 における '1111' の信号点にシンボルを配置した場合の変化例である。変化例 9 では、図 16 に示すような変化範囲でサブキャリアの位相および振幅を変化させる。

【0044】

<変化例 10>

図 17 に示す変化例 10 は変調方式が 16 Q A M の場合の変化例であり、変調部 12 が図 6 における '1110' の信号点にシンボルを配置した場合の変化例である。変化例 10 では、図 17 に示すような変化範囲でサブキャリアの位相および振幅を変化させる。

【0045】

<変化例 11>

図 18 に示す変化例 11 は変調方式が 16 Q A M の場合の変化例であり、変調部 12 が図 6 における '1010' の信号点にシンボルを配置した場合の変化例である。変化例 11 では、図 18 に示すような変化範囲でサブキャリアの位相および振幅を変化させる。

【0046】

次いで、無線送信装置の処理フローについて図 19 を用いて説明する。ステップ (S T) 21 で符号化部 11 が送信データ (ビット列) を符号化し (符号化処理)、S T 22 で変調部 12 が符号化後のデータを変調し (変調処理)、S T 23 で割当部 13 が変調後のシンボルを各サブキャリアに割り当て (割当処理)、S T 24 でサブキャリア選択部 14 が位相、振幅を変化させるサブキャリアを選択し (選択処理)、S T 25 で変化部 15 が選択されたサブキャリアの位相、振幅を変化させ (変化処理)、S T 26 で I F F T 部 16 が I F F T 処理を行って O F D M シンボルを作成し (I F F T 処理)、S T 27 および S T 28 で判定部 17 が O F D M シンボルのピーク電力がしきい値以上か否か判定し (ピーク判定処理)、しきい値以上の場合は S T 25 の変化処理に戻り、しきい値未満の場合は S T 29 で G I 部 18 がガードインターバルを付加し、送信無線部 19 が O F D M シンボルを送信する (送信処理)。

【0047】

この処理フローを見ても分かるように、変化処理からピーク判定処理までは、ピーク電

力がしきい値未満になるまで繰り返される。ピーク電力がしきい値以上の場合は、その都度、変化部 15 は、変化量を異ならせて各サブキャリアの位相、振幅を変化させる。つまり、ピーク電力がしきい値未満になるまで変化処理を繰り返す。このため、変化部 15 はバッファを有し、割当部 13 から入力されるサブキャリアを所定時間保持する。但し、図 20 の処理タイミングに示すように、符号化部 11 に送信データ（ビット列）が入力されてから OFDM シンボルを送信するまでの間でピーク電力抑圧処理（変化処理、IFFT 処理、ピーク判定処理の繰り返し：ST25～ST28 の繰り返し）に許される時間は限られている。よって、ピーク電力抑圧のための上記繰り返し処理は最大でも ST29 の送信処理が始まる時に打ち切られる。この時においても未だピーク電力がしきい値以上であれば、無線送信装置は、それまでの繰り返し処理においてピーク電力が最小である OFDM シンボルを選択して送信する。この送信の際に、OFDM シンボルの電力をしきい値のレベルに制限してもよい。

【0048】

なお、当初からピーク電力がしきい値未満の OFDM シンボルについては変化部 15 での変化処理はそもそも不要なため、図 19 に示す処理フローにおいて、1 回目の ST25 を行わずに ST26～ST28 をまず行い、ピーク電力がしきい値以上の場合にはじめて ST25 を行うようにしてもよい。

【0049】

このように本実施の形態によれば、サブキャリアの位相を変化させてピーク電力の抑圧を行っても無線受信装置に対してその位相に関する情報を別途送信する必要がないため、伝送効率の低下を防ぐことができる。また、送信しないサブキャリアが存在しないためスループットを低下させることなくピーク電力を抑圧することができる。

【0050】

（実施の形態 2）

本実施の形態では、上記実施の形態 1 と変化部 15 の動作のみ異なるため、再び図 1 を用いて本実施の形態に係る変化部 15 の動作について説明する。

【0051】

上記図 19 を用いて説明した ST25～ST28 の繰り返しにおいて、変化部 15 は、ピーク電力がしきい値以上の場合、上式（1）において変化量を徐々に大きくして各サブキャリアの位相、振幅を変化させる。具体的には、変化部 15 は、上式（1）において、以下の変化量レベルの中から 1 つを選ぶ。なお、以下の変化量レベルの例は、変調方式として QPSK が用いられる場合の例である。

レベル 1： $0.75 < p \leq 1.0$, $|\theta| < \pi/16$

レベル 2： $0.5 < p \leq 0.75$, $\pi/16 \leq |\theta| < \pi/12$

レベル 3： $0.25 < p \leq 0.5$, $\pi/12 \leq |\theta| < \pi/8$

レベル 4： $0 < p \leq 0.25$, $\pi/8 \leq |\theta| < \pi/4$

【0052】

この際、変化部 15 は、1 回目の変化処理ではレベル 1、2 回目の変化処理ではレベル 2、3 回目の変化処理ではレベル 3…というように、繰り返し回数に応じて変化量のレベルを徐々に上げていく。変化量レベルが大きいくほどサブキャリアの位相、振幅をより大きく変化させることができる。そして、判定部 17 によってピーク電力がしきい値未満になったと判定されると、送信処理が行われる。

【0053】

このように本実施の形態によれば、ピーク電力がしきい値以上の場合には位相、振幅の変化量を徐々に大きくしていき、ピーク電力がしきい値未満になった時点で OFDM シンボルを送信するため、ピーク電力がしきい値未満になる必要最小限の変化量でサブキャリアの位相、振幅を変化させることができる。よって、位相、振幅の変化による誤り率の劣化を必要最小限に抑えつつ、ピーク電力を抑圧することができる。

【0054】

（実施の形態 3）

本実施の形態は、変化部 15 および IFFT 部 16 での処理を複数並列に行いピーク電力が最も小さい OFDM シンボルを選択する点において上記実施の形態 1 と異なる。

【0055】

図 21 は、本発明の実施の形態 3 に係る無線送信装置の構成を示すブロック図である。なお、図 21 において図 1（実施の形態 1）と同一の動作となる部の説明は省略する。

【0056】

本実施の形態に係る無線送信装置では、変化部 15 および IFFT 部 16 から構成されるピーク抑圧部 31 が 1～M の複数個備えられる。ピーク抑圧部 31-1～M の各々の変化部 15 は並列的に、割当部 13 から入力されるサブキャリア $f_1 \sim f_N$ のうちサブキャリア選択部 14 で選択されたサブキャリアの位相、振幅を変化させる。この際、ピーク抑圧部 31-1～M の各々の変化部 15 は、同一のサブキャリアに対して変化量をそれぞれ異ならせて位相、振幅を変化させる。よって、ピーク抑圧部 31-1～M の各々の IFFT 部 16 で作成される OFDM シンボルのピーク電力はそれぞれ異なるものとなる。このようにして作成された OFDM シンボルは M 個並列に OFDM シンボル選択部 32 に入力される。そして、OFDM シンボル選択部 32 では、M 個の OFDM シンボルのうちピーク電力が最小の OFDM シンボルを選択して GI 部 18 に入力する。

【0057】

このように本実施の形態によれば、上記実施の形態 1 で行っていた繰り返しの変化処理に代えて複数並列に変化処理を行うため、ピーク電力の抑圧を上記実施の形態 1 に比べて短時間で行うことができる。

【0058】

なお、複数 M 個の変化部 15 においてそれぞれ異なるサブキャリアに対して位相、振幅を変化させるようにしても良い。このようにすることにより、ピーク抑圧部 31-1～M の各々からは、よりランダムな PAPR を有する M 個の OFDM シンボルが出力されることが期待できる。

【0059】

（実施の形態 4）

本実施の形態では、サブキャリア毎に適応変調が行われる場合について説明する。

【0060】

図 22 は、本発明の実施の形態 4 に係る無線送信装置の構成を示すブロック図である。なお、図 22 において図 1（実施の形態 1）と同一の動作となる部の説明は省略する。

【0061】

アンテナ 20 から送信された OFDM シンボルを受信した無線受信装置では、サブキャリア毎の受信 SIR（受信品質）を測定し、サブキャリア毎の受信 SIR 値を通知信号で図 22 の無線送信装置へ報告する。アンテナ 20 を介して受信された通知信号は受信処理部 41 で受信処理（無線処理や復調等）がなされ、サブキャリア毎の受信 SIR 値が MCS（Modulation and Coding Scheme）選択部 42 に入力される。

【0062】

MCS 選択部 42 は、図 23 に示すテーブルを参照して変調方式と符号化率を選択する。MCS 選択部 42 は、無線受信装置から報告された受信 SIR 値が所要 SIR 値を満たすような変調方式と符号化率を選択する。例えば、無線受信装置から報告された受信 SIR 値が 7 dB であれば、MCS 番号 2（変調方式：QPSK，符号化率 $R=1/2$ ）が選択される。無線受信装置から報告された受信 SIR 値が 14 dB であれば、MCS 番号 3（変調方式：8PSK，符号化率 $R=3/4$ ）が選択される。MCS 選択部 42 は、このような選択をサブキャリア毎に行う。そして、このようにして選択したサブキャリア毎の MCS 番号を符号化部 11、変調部 12、変化部 15 に入力する。

【0063】

符号化部 11 は、入力された MCS 番号に従った符号化率で符号化を行い、変調部 12 は、入力された MCS 番号に従った変調方式でサブキャリア毎に適応変調を行う。

【0064】

そして、変化部 15 は、MCS 番号の大きいサブキャリアほど位相、振幅の変化量を小さくする。つまり、変化部 15 は、サブキャリア毎の位相、振幅の変化において、変調部 12 で使用された変調多値数が大きいほど変化量を小さくする。より具体的には、変化部 15 は、上記実施の形態 2 で示したレベル 1～4 を用い、変調方式が BPSK の場合はレベル 4、QPSK の場合はレベル 3、8PSK の場合はレベル 2、16QAM の場合はレベル 1 として各サブキャリアの位相、振幅を変化させる。

【0065】

上記図 3～6 を見ても分かるとおり変調多値数が大きくなるほど隣接する信号点間の距離が短くなるので、許容される変化量が小さくなる。よって、サブキャリア毎に適応変調が行われる無線通信システムでは、本実施の形態のようにすることで、変調方式に応じた適切な変化量（隣接する信号点との判定境界線を越えない範囲の変化量）で各サブキャリアの位相、振幅を変化させることができ、誤り率を低くすることができる。

【0066】

（実施の形態 5）

本実施の形態では、上記実施の形態 4 同様、サブキャリア毎に適応変調が行われる場合について説明する。

【0067】

図 24 は、本発明の実施の形態 5 に係る無線送信装置の構成を示すブロック図である。なお、図 24 において図 1（実施の形態 1）および図 22（実施の形態 4）と同一の動作となる部の説明は省略する。

【0068】

無線受信装置から送信されアンテナ 20 を介して受信された通知信号は受信処理部 41 で受信処理がなされ、サブキャリア毎の受信 SIR 値が MCS 選択部 42 およびマージン算出部 51 に入力される。

【0069】

MCS 選択部 42 は、上記実施の形態 4 のようにして選択したサブキャリア毎の MCS 番号を符号化部 11 および変調部 12 に入力する。また、MCS 選択部 42 は、上記実施の形態 4 のようにして選択したサブキャリア毎の MCS の所要 SIR 値をマージン算出部 51 に入力する。

【0070】

マージン算出部 51 は、図 25 に示すように、無線受信装置から報告された受信 SIR 値と MCS 選択部 42 で選択された MCS の所要 SIR 値との差（受信 SIR 値－所要 SIR 値）、すなわち、SIR マージンをサブキャリア毎に算出する。そして、算出した SIR マージンをサブキャリア選択部 14 および変化部 15 に入力する。例えば、図 25 においてサブキャリア f_3 については、MCS 番号 2（変調方式：QPSK、符号化率 $R=1/2$ ）の MCS が選択されているため、上記図 23 より所要 SIR 値は 5 dB である。また、無線受信装置から報告されたサブキャリア f_3 の受信 SIR 値は図 25 より 8.3 dB である。よって、マージン算出部 51 は、サブキャリア f_3 の SIR マージンを 3.3 dB と算出する。

【0071】

サブキャリア選択部 14 は、SIR マージンがしきい値以上のサブキャリアを選択し、選択結果を変化部 15 に入力する。よって、変化部 15 では、1OFDM シンボルに含まれる複数のサブキャリアのうち、無線受信装置における受信 SIR と変調部 12 で使用される変調方式の所要 SIR との差がしきい値以上のサブキャリアだけが変化対象となる。例えば、図 25 に示す SIR マージンに対してしきい値を 2.5 dB とした場合、サブキャリア $f_1 \sim f_8$ のうち、 f_3 、 f_4 、 f_7 が変化対象となる。

【0072】

また、変化部 15 は、サブキャリア選択部 14 で選択されたサブキャリアについて、SIR マージンの大きさに応じて変化量を決定する。例えば、上記実施の形態 1 の変化例 2 において、SIR マージンが 3 dB であれば、 p を $0 < p < \sqrt{0.5}$ のランダムな変数とす

る。このような p を設定すれば、振幅の変化による SNR の劣化は 3 dB 以下となるため、無線受信装置では所要 PER (Packet Error Rate) 以下で受信できることになる。より一般的に書くと、SIR マージンを M [dB] とすると、上式 (1) において、 p を $0 < p < 10^{M/20}$ とする。そしてこのようにして上式 (1) によって求められる a_k をサブキャリア選択部 14 で選択されたサブキャリアに加算することにより、ピーク電力の抑圧に加えて、さらに無線受信装置では所要 PER 以下での受信が可能となる。

【0073】

なお、SIR マージンのしきい値の設定には、次の送信フレームにおいて予測される SIR の変動が考慮される。つまり、フェージングの時間変動が早く、次の送信フレームで SIR が 3 dB 変動することが予測される場合、しきい値は 3 dB に設定される。なお、SIR の変動の予測アルゴリズムは過去の変動を平均する方法や線形フィルタを用いる方法等がある。また、無線受信装置での誤り状況に応じてしきい値を変化させることも可能である。例えば、パケットに誤りが有ればしきい値を 0.5 dB 上げ、パケットに誤りが無ければ 0.5 dB 下げる。ここで、無線受信装置では、受信したパケットの誤りの有無を ACK/NACK 信号により無線送信装置へ通知するため、パケット誤りの有無は無線送信装置で把握することができる。この場合、受信処理部 41 で受信した ACK/NACK 信号がマージン算出部 51 へ出力されることになる。

【0074】

このように本実施の形態によれば、SIR マージンがしきい値以上のサブキャリアを変化対象とするため、位相および振幅を変化させても誤りが生じないサブキャリアだけを変化対象とすることができる。また、SIR マージンの大きさに応じて変化量を決定するため、誤りが生じない範囲で位相および振幅を変化させることができる。このように位相および振幅の変化による誤りの発生を防ぐことができるため、再送による伝送効率の低下を防ぐことができる。

【0075】

(実施の形態 6)

本実施の形態では、誤り訂正符号として、送信データ (ビット列) が組織符号を用いて符号化されるターボ符号等が用いられる場合について説明する。

【0076】

図 26 は、本発明の実施の形態 6 に係る無線送信装置の構成を示すブロック図である。なお、図 26 において図 1 (実施の形態 1) と同一の動作となる部の説明は省略する。

【0077】

符号化部 61 は、ターボ符号等の組織符号を用いて送信データ (ビット列) を誤り訂正符号化する。符号化部 61 は、送信ビット列を組織符号を用いて符号化することによって、送信ビットそのものであるシステムチックビット S と、冗長ビットであるパリティビット P とを作成する。ここでは符号化率 $R = 1/3$ とするため、1 つの送信ビットに対して、1 つのシステムチックビット S と 2 つのパリティビット P_1 、 P_2 とが作成される。作成されたシステムチックビット S とパリティビット P_1 、 P_2 は、3 つ並列に P/S 部 62 に入力される。

【0078】

P/S 部 62 は、並列に入力されたビット列を直列に変換して、 S 、 P_1 、 P_2 の順で変調部 12 に入力する。

【0079】

変調部 12 は、入力されたシステムチックビット S 、およびパリティビット P_1 、 P_2 を変調してシンボルを作成する。ここで作成されるシンボルには、システムチックビットのみからなるシンボルと、システムチックビットとパリティビットとからなるシンボルと、パリティビットのみからなるシンボルの 3 種のシンボルがある。変調後のシンボルは割当部 13 に入力される。

【0080】

割当部 13 の動作は上記実施の形態 1 と同一である。

【0081】

ここで、システムチェックビットは送信ビットそのものであり、パリティビットは冗長ビットであるため、無線受信装置では、パリティビットのみからなるシンボルの判定を誤ってもBER (Bit Error Rate) の劣化に与える影響は小さく、システムチェックビットを含むシンボルの判定を誤るとBERの劣化に与える影響が大きい。

【0082】

そこで、サブキャリア選択部14は、割当情報に基づいて、サブキャリア $f_1 \sim f_N$ のうち、位相、振幅を変化させるサブキャリアとして、上記3種のシンボルのうちパリティビットのみからなるシンボルが割り当てられたサブキャリアを選択する。そして、選択結果を変化部15に入力する。よって、変化部15では、1OFDMシンボルに含まれる複数のサブキャリアのうち、パリティビットのみからなるシンボルが割り当てられたサブキャリアだけが変化対象となる。

【0083】

このように本実施の形態によれば、誤り訂正符号においてより重要なシステムチェックビットの品質を劣化させることがないため、BERの劣化を防ぎつつピーク電力を抑圧することができる。

【産業上の利用可能性】

【0084】

本発明は、移動体通信システムにおいて使用される無線通信基地局装置や無線通信移動局装置等に好適である。

【図面の簡単な説明】

【0085】

【図1】 本発明の実施の形態1および実施の形態2に係る無線送信装置の構成を示すブロック図

【図2】 本発明の実施の形態1に係るピーク電力判定方法を示す図

【図3】 本発明の実施の形態1に係る判定境界線の説明図 (BPSK)

【図4】 本発明の実施の形態1に係る判定境界線の説明図 (QPSK)

【図5】 本発明の実施の形態1に係る判定境界線の説明図 (8PSK)

【図6】 本発明の実施の形態1に係る判定境界線の説明図 (16QAM)

【図7】 本発明の実施の形態1に係る変化範囲を示す図 (変化例1)

【図8】 本発明の実施の形態1に係る変化範囲を示す図 (変化例2)

【図9】 本発明の実施の形態1に係る変化範囲を示す図 (変化例3)

【図10】 本発明の実施の形態1に係る変化範囲を示す図 (変化例4)

【図11】 本発明の実施の形態1に係る変化範囲を示す図 (変化例5)

【図12】 本発明の実施の形態1に係る変化範囲を示す図 (変化例6)

【図13】 本発明の実施の形態1に係るシミュレーション結果を示す図

【図14】 本発明の実施の形態1に係る変化範囲を示す図 (変化例7)

【図15】 本発明の実施の形態1に係る変化範囲を示す図 (変化例8)

【図16】 本発明の実施の形態1に係る変化範囲を示す図 (変化例9)

【図17】 本発明の実施の形態1に係る変化範囲を示す図 (変化例10)

【図18】 本発明の実施の形態1に係る変化範囲を示す図 (変化例11)

【図19】 本発明の実施の形態1に係る処理フロー図

【図20】 本発明の実施の形態1に係る処理タイミング図

【図21】 本発明の実施の形態3に係る無線送信装置の構成を示すブロック図

【図22】 本発明の実施の形態4に係る無線送信装置の構成を示すブロック図

【図23】 本発明の実施の形態4に係るMCS選択テーブル

【図24】 本発明の実施の形態5に係る無線送信装置の構成を示すブロック図

【図25】 本発明の実施の形態5に係るSIRマージンの説明図

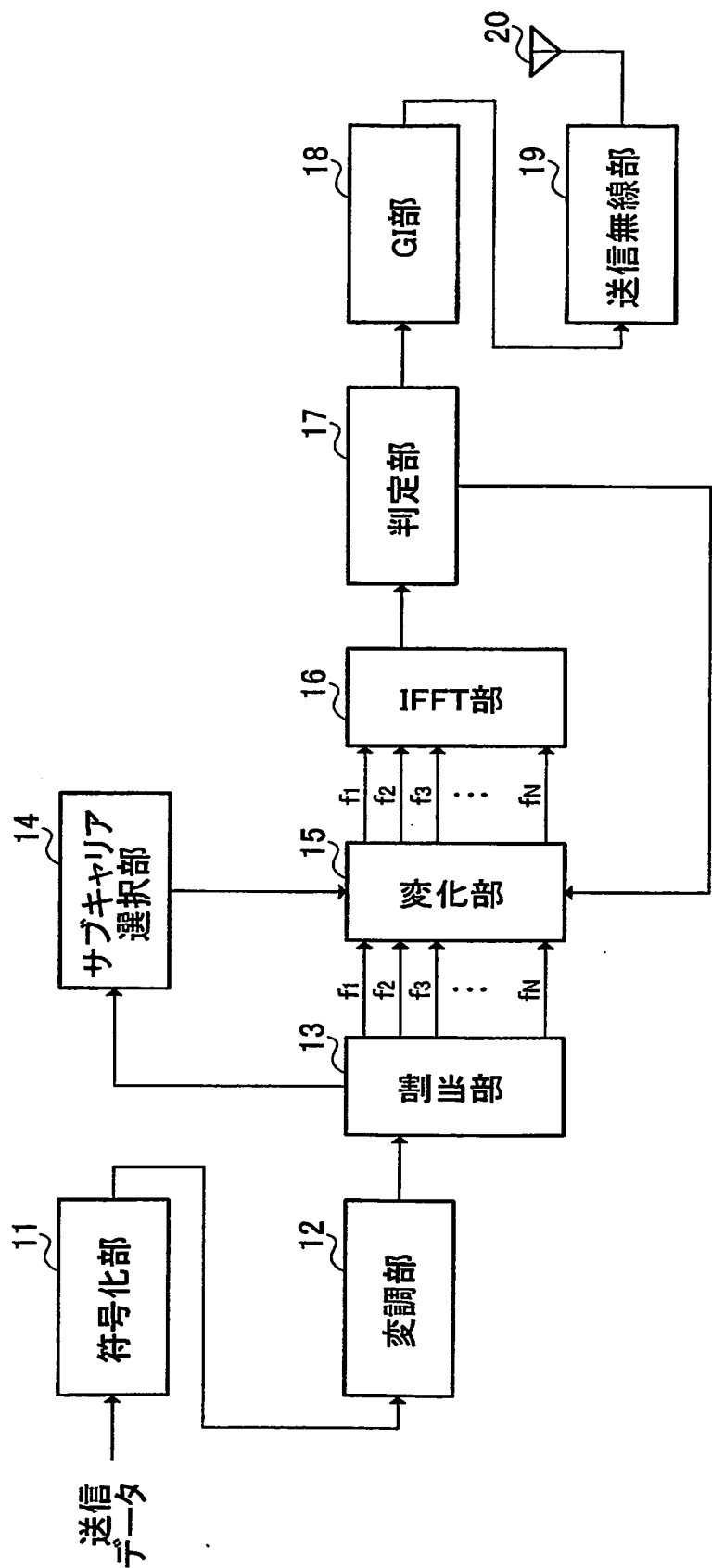
【図26】 本発明の実施の形態6に係る無線送信装置の構成を示すブロック図

【符号の説明】

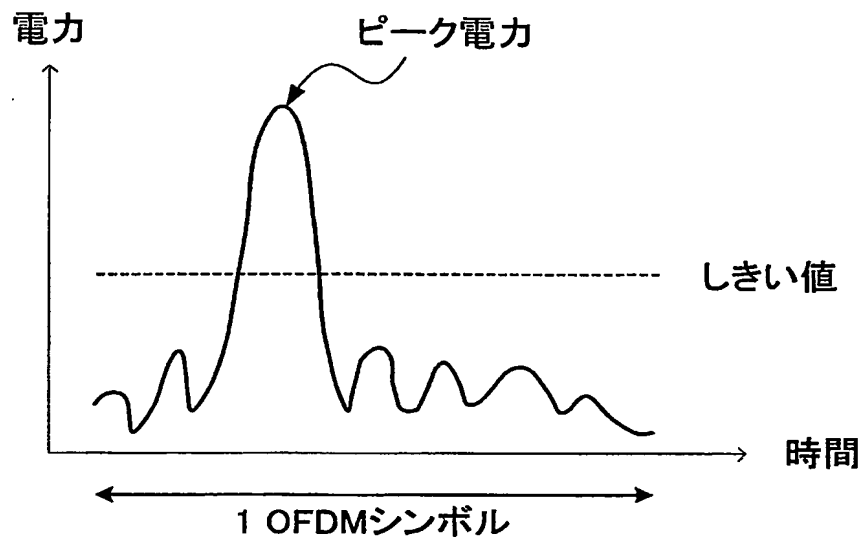
【 0 0 8 6 】

- 1 1, 6 1 符号化部
- 1 2 変調部
- 1 3 割当部
- 1 4 サブキャリア選択部
- 1 5 変化部
- 1 6 I F F T 部
- 1 7 判定部
- 1 8 G I 部
- 1 9 送信無線部
- 2 0 アンテナ
- 3 1 - 1 ~ 3 1 - M ピーク抑圧部
- 3 2 O F D M シンボル選択部
- 4 1 受信処理部
- 4 2 M C S 選択部
- 5 1 マージン算出部
- 6 2 P / S 部

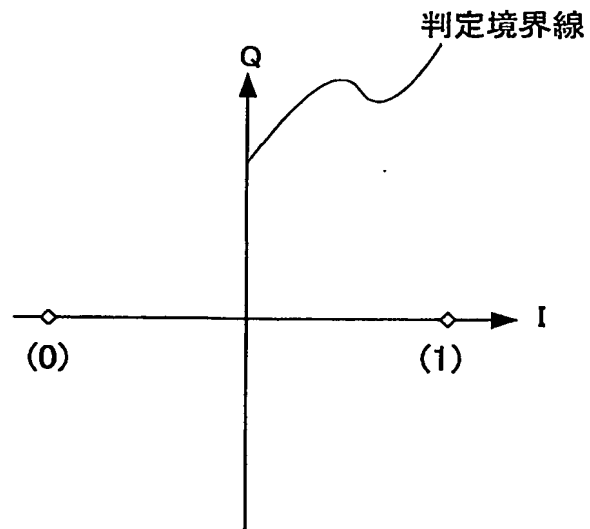
【書類名】 図面
【図 1】



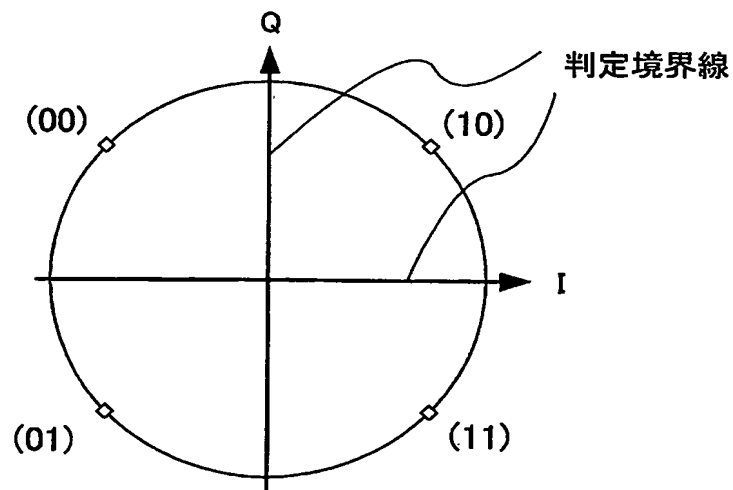
【図 2】



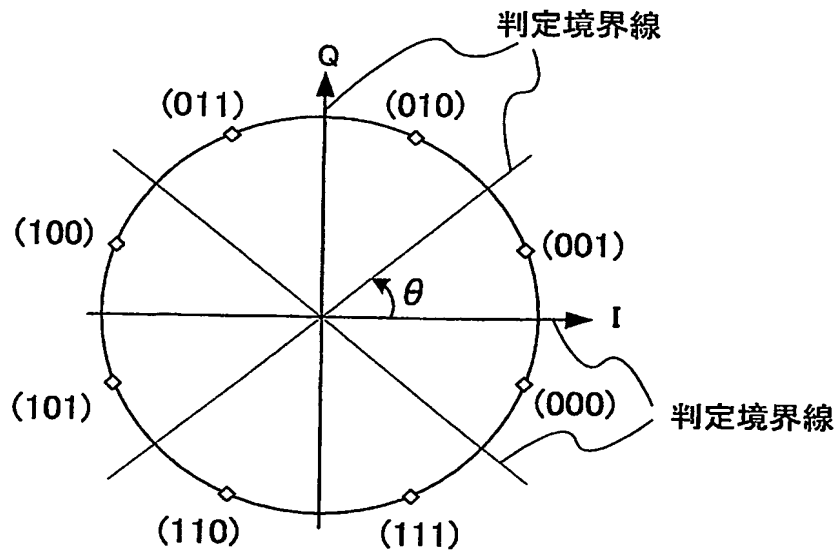
【図 3】



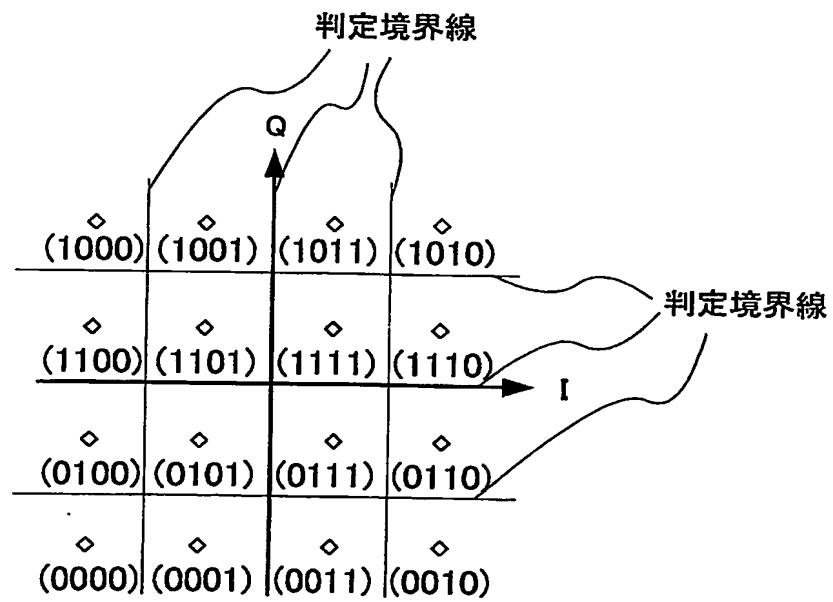
【図 4】



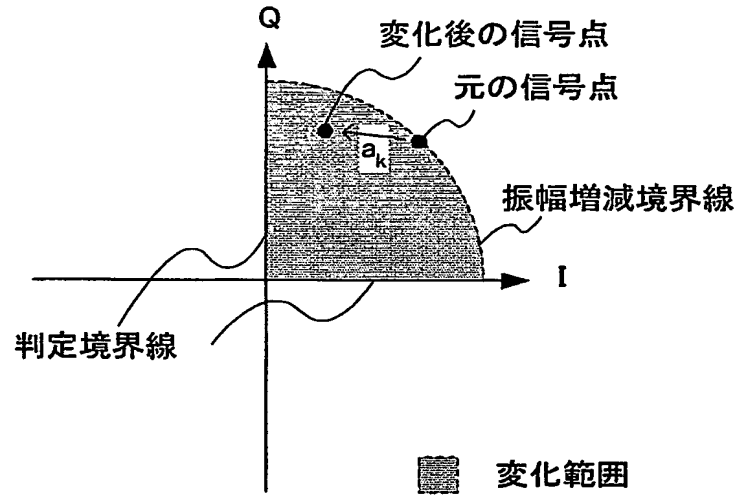
【図 5】



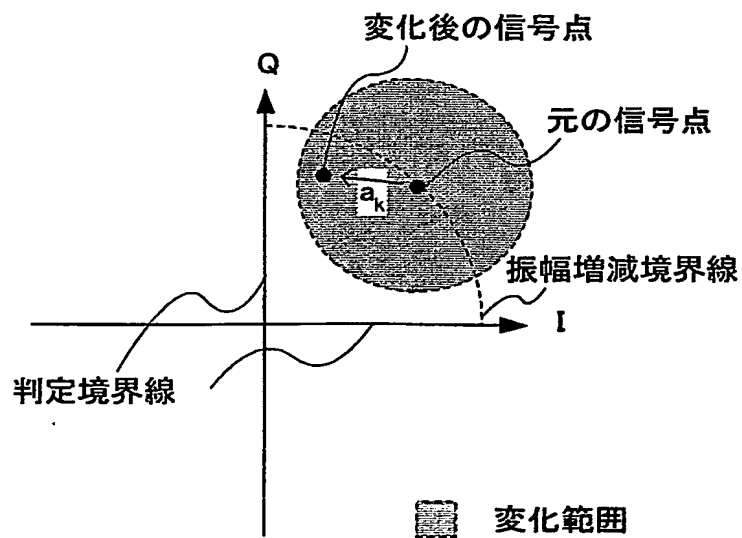
【図 6】



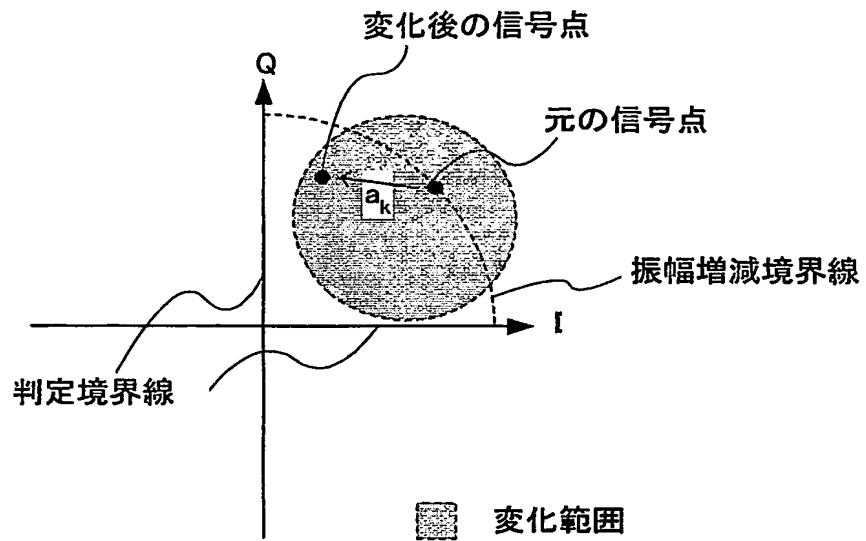
【図 7】



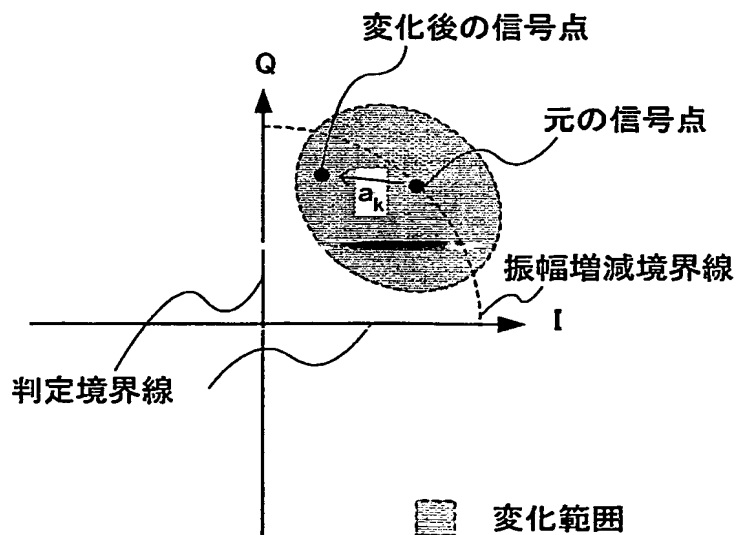
【図 8】



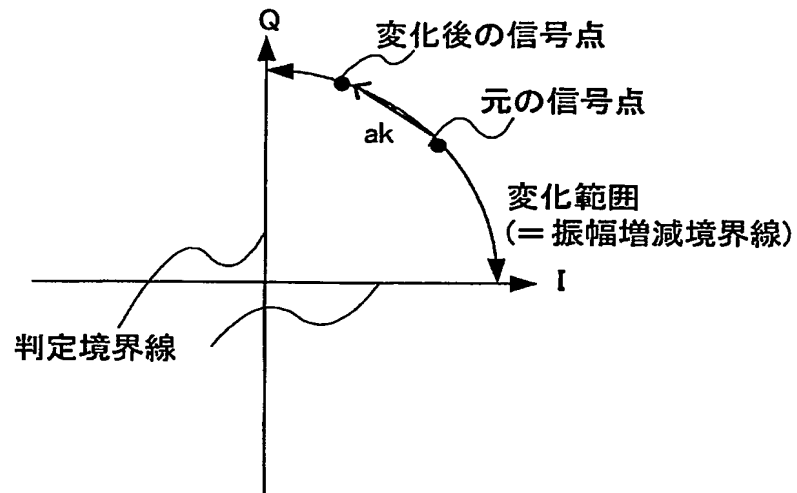
【図 9】



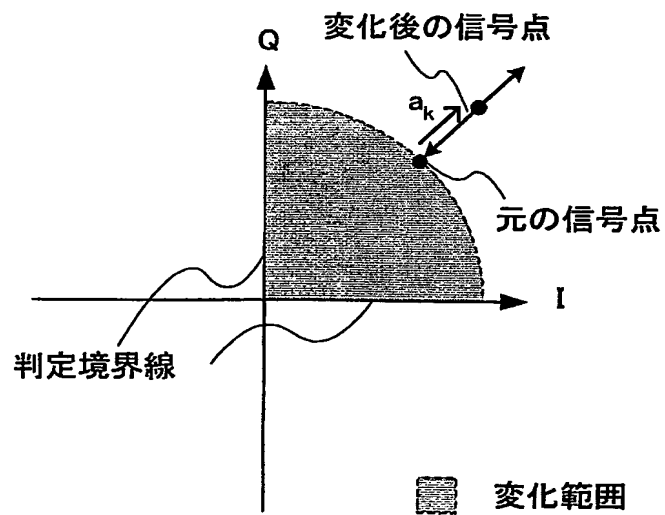
【図 10】



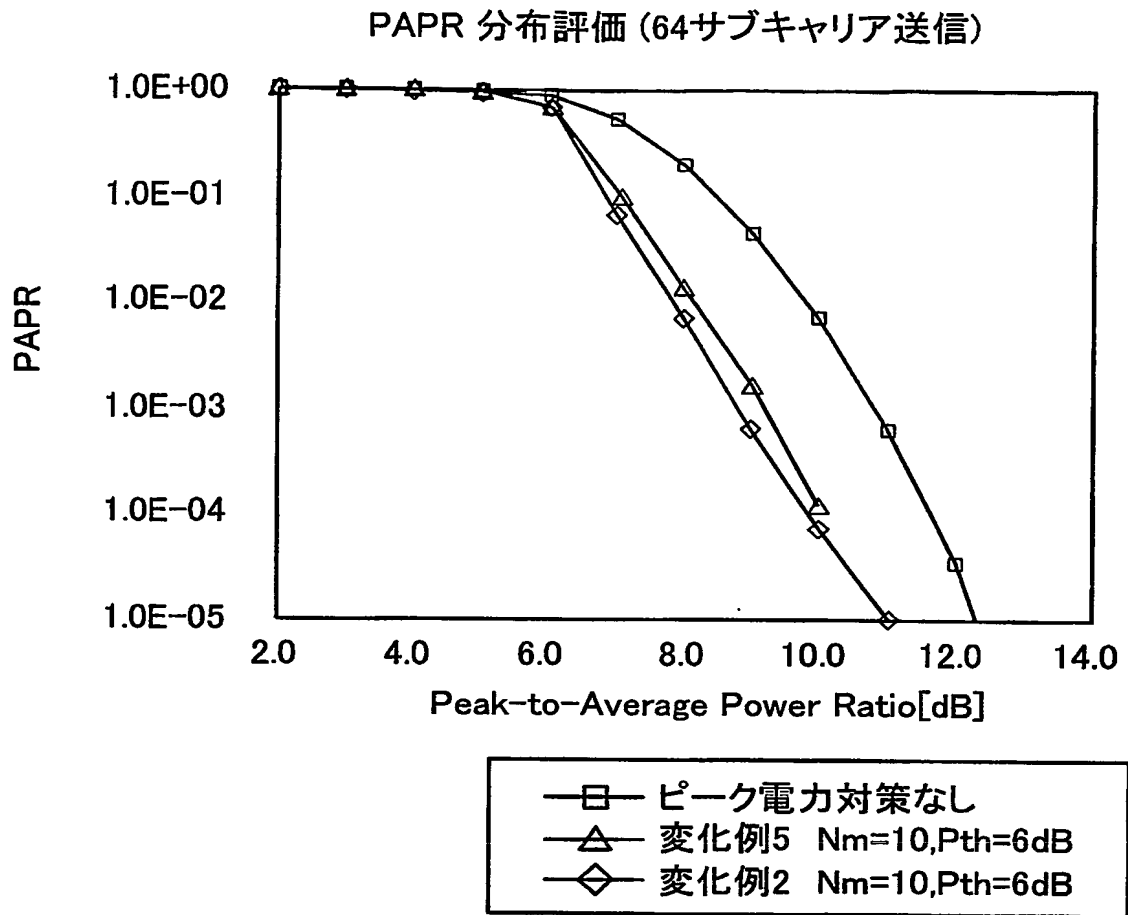
【図 11】



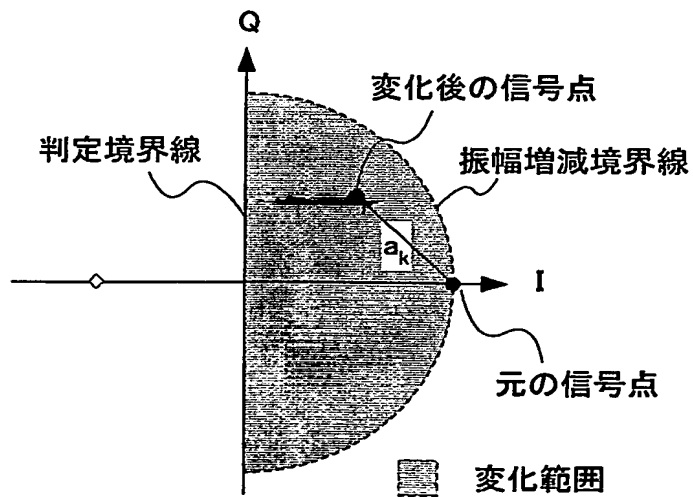
【図 12】



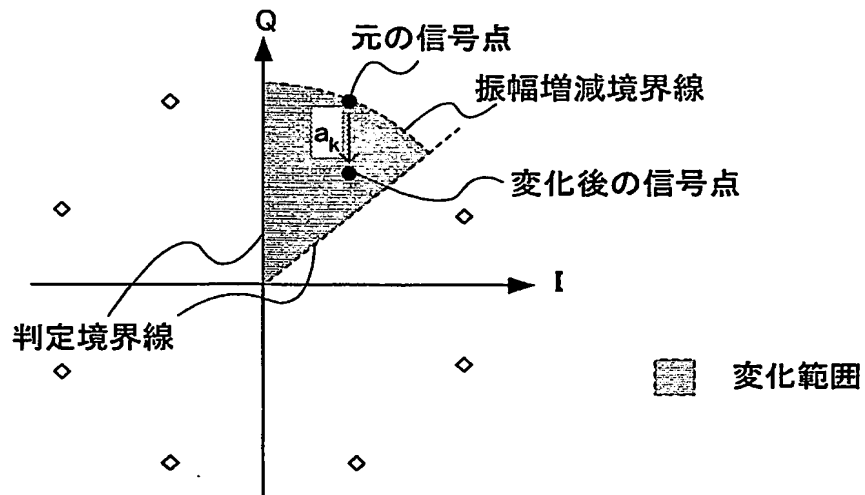
【図 13】



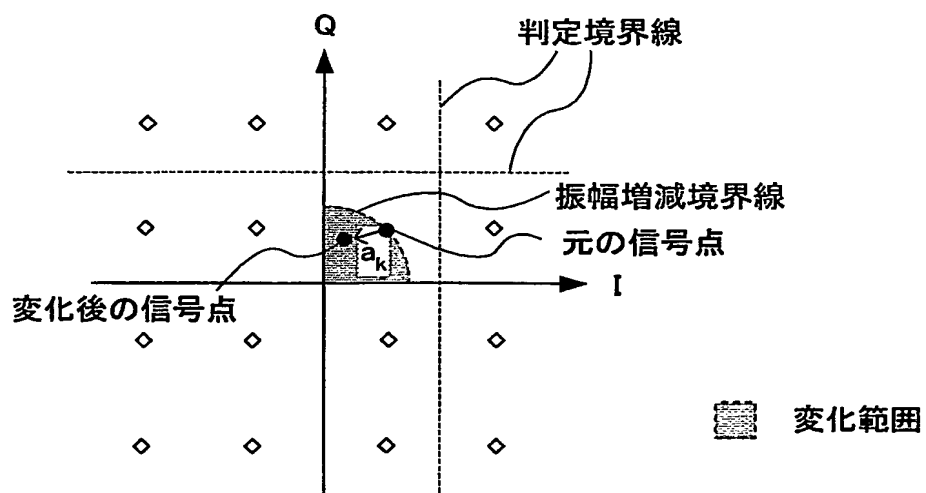
【図 14】



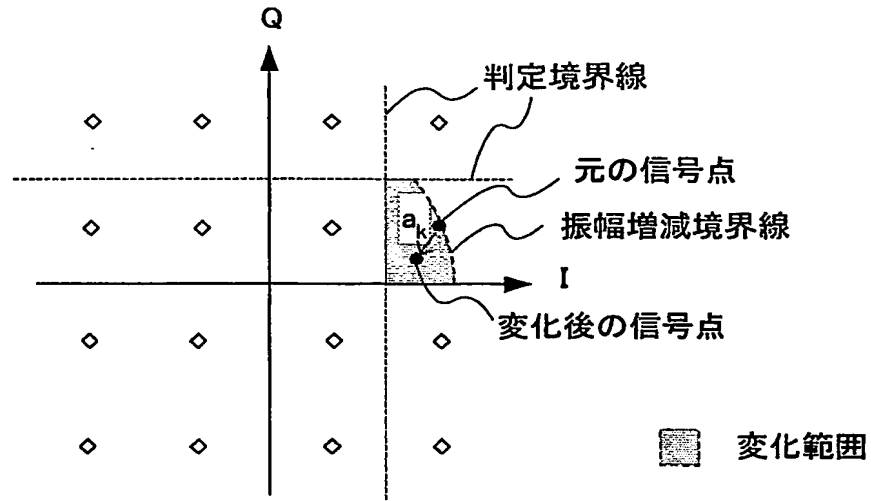
【図 15】



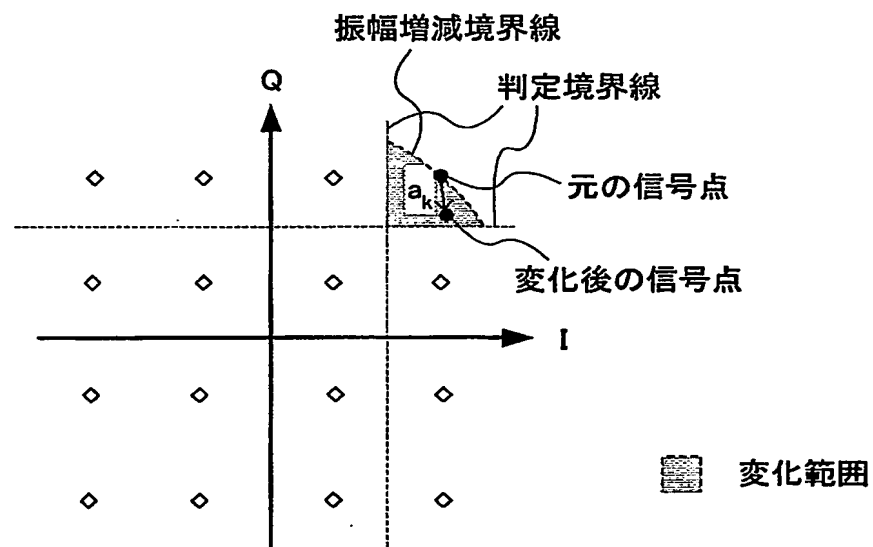
【図 16】



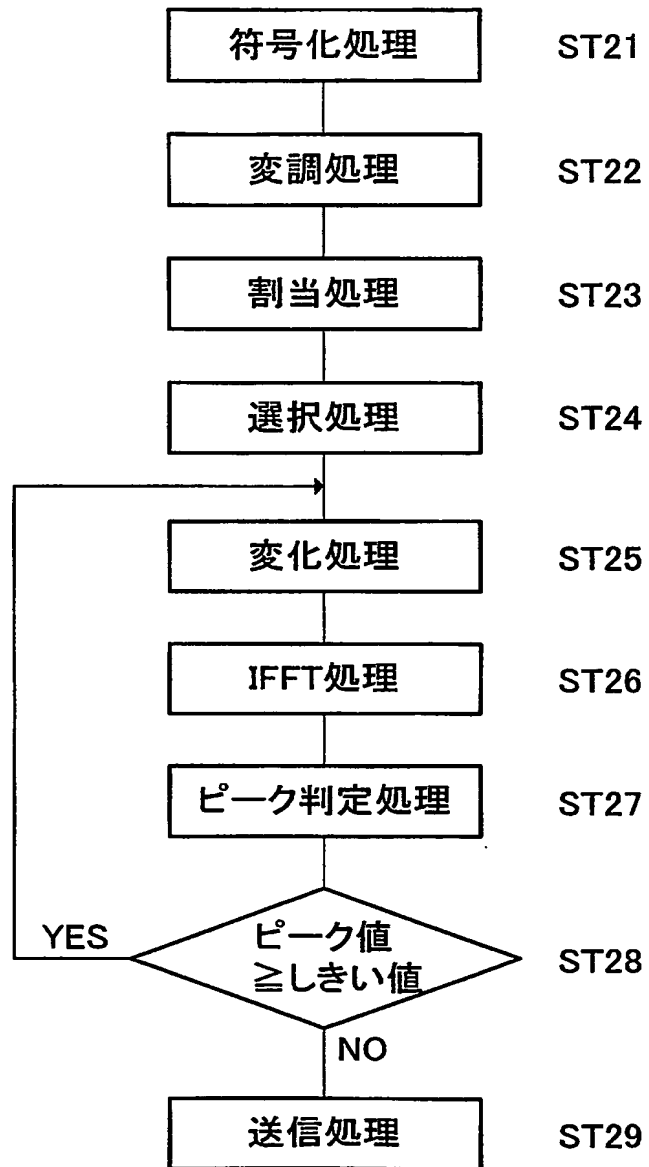
【図 17】



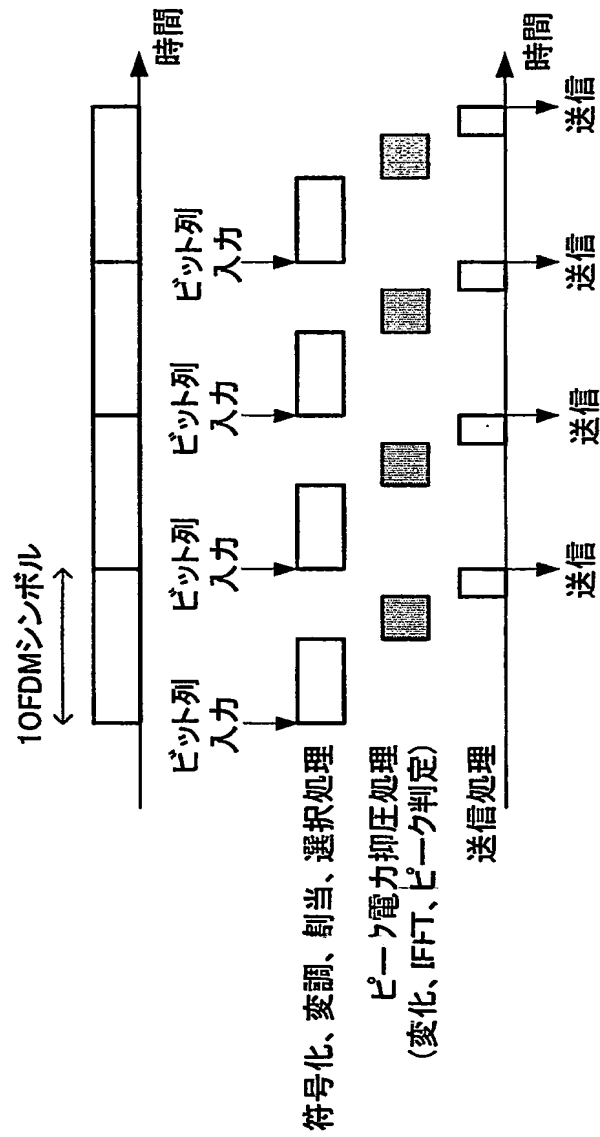
【図 18】



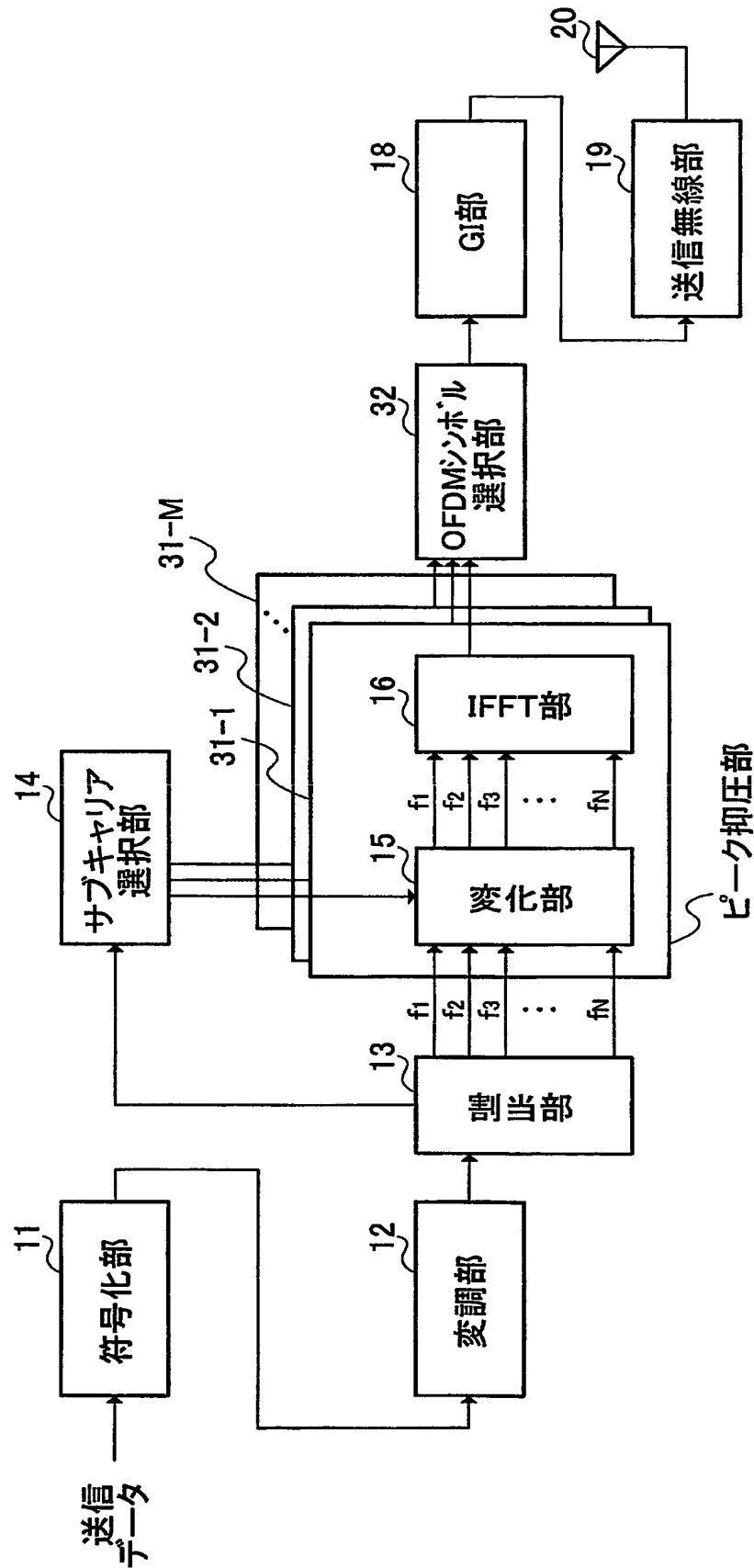
【図 19】



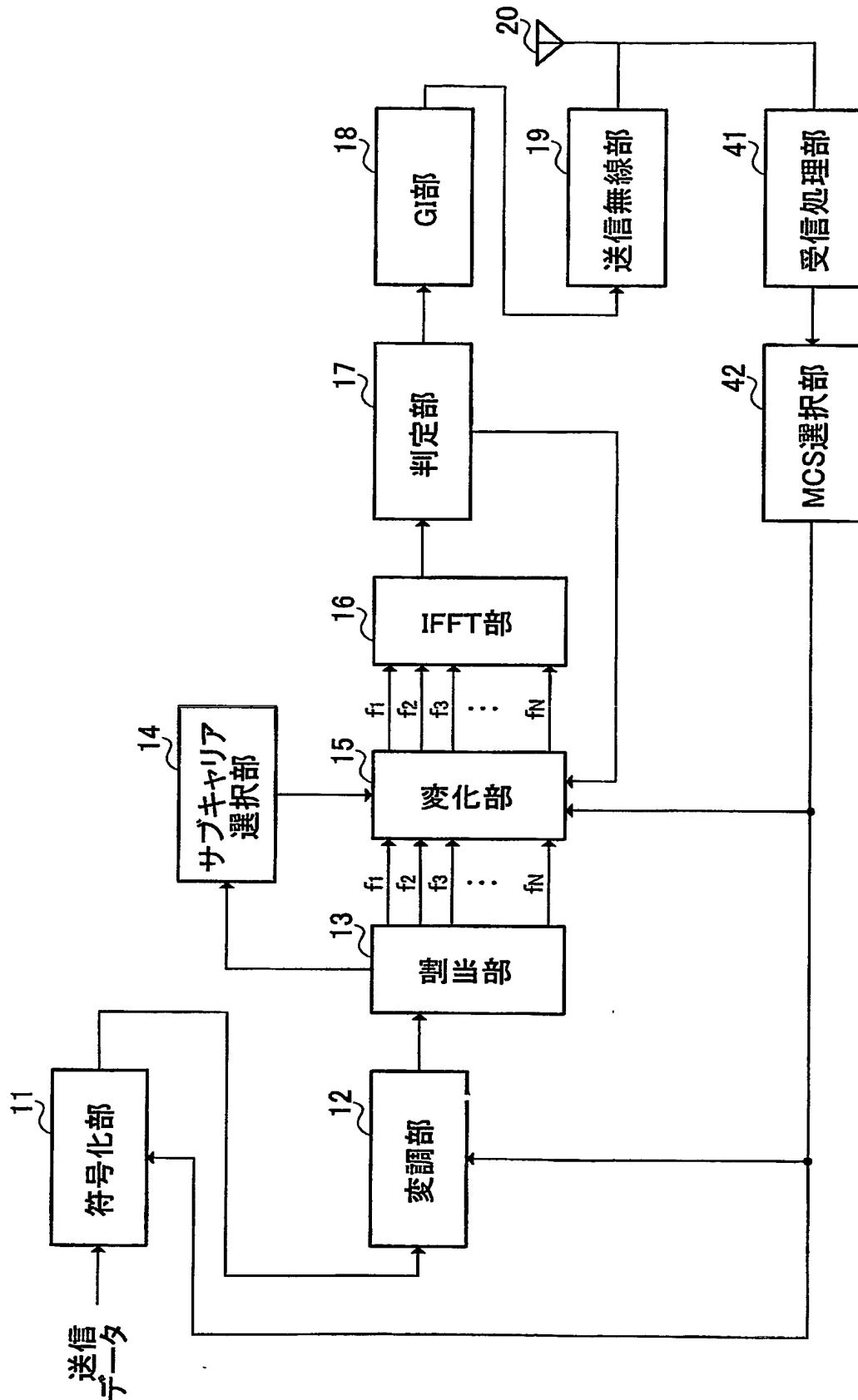
【図 20】



【図 21】



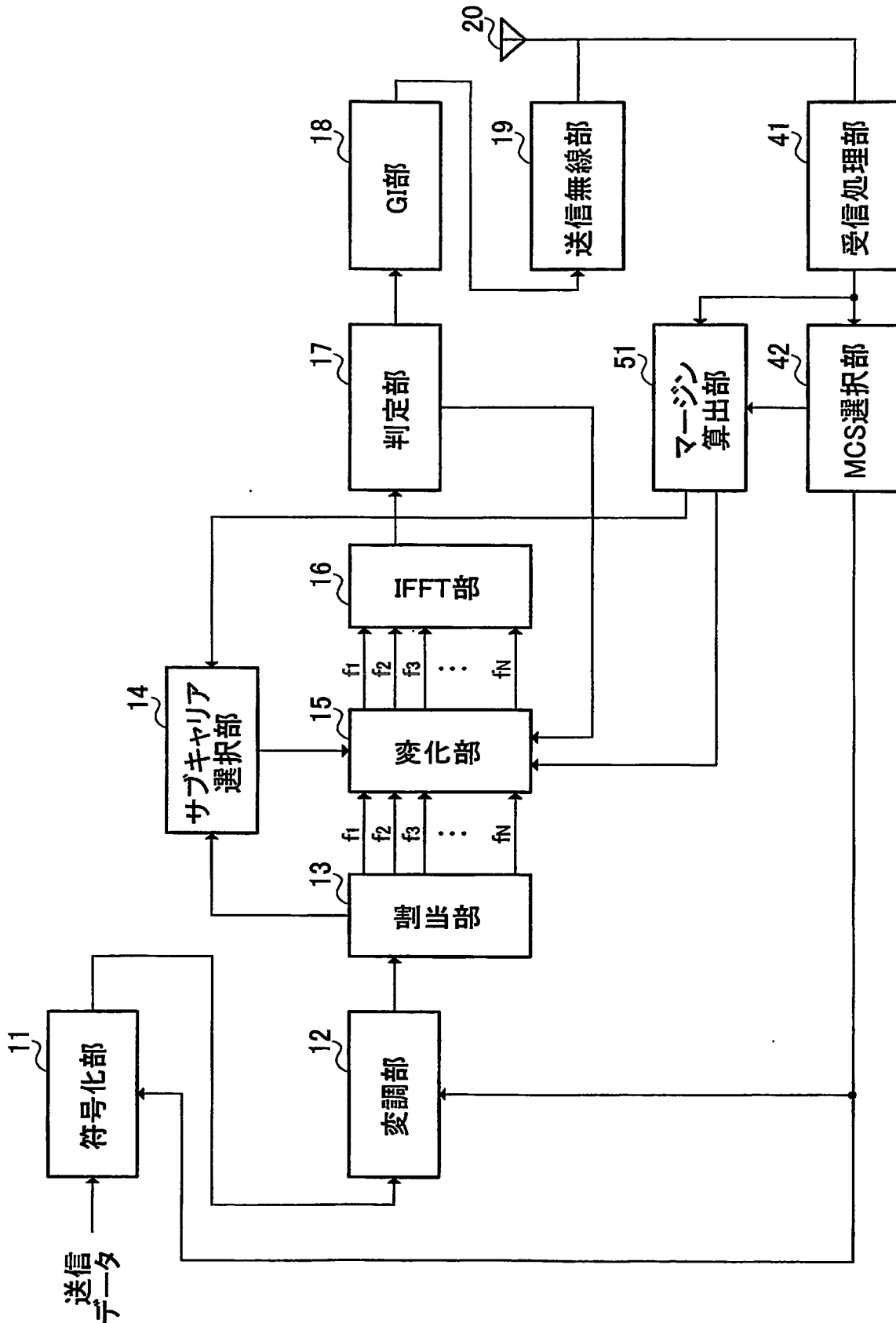
【図 22】



【図 2 3】

MCS番号	MCS	所要SIR
1	BPSK R=1/2	0dB
2	QPSK R=1/2	5dB
3	8PSK R=3/4	10dB
4	16QAM R=3/4	15dB

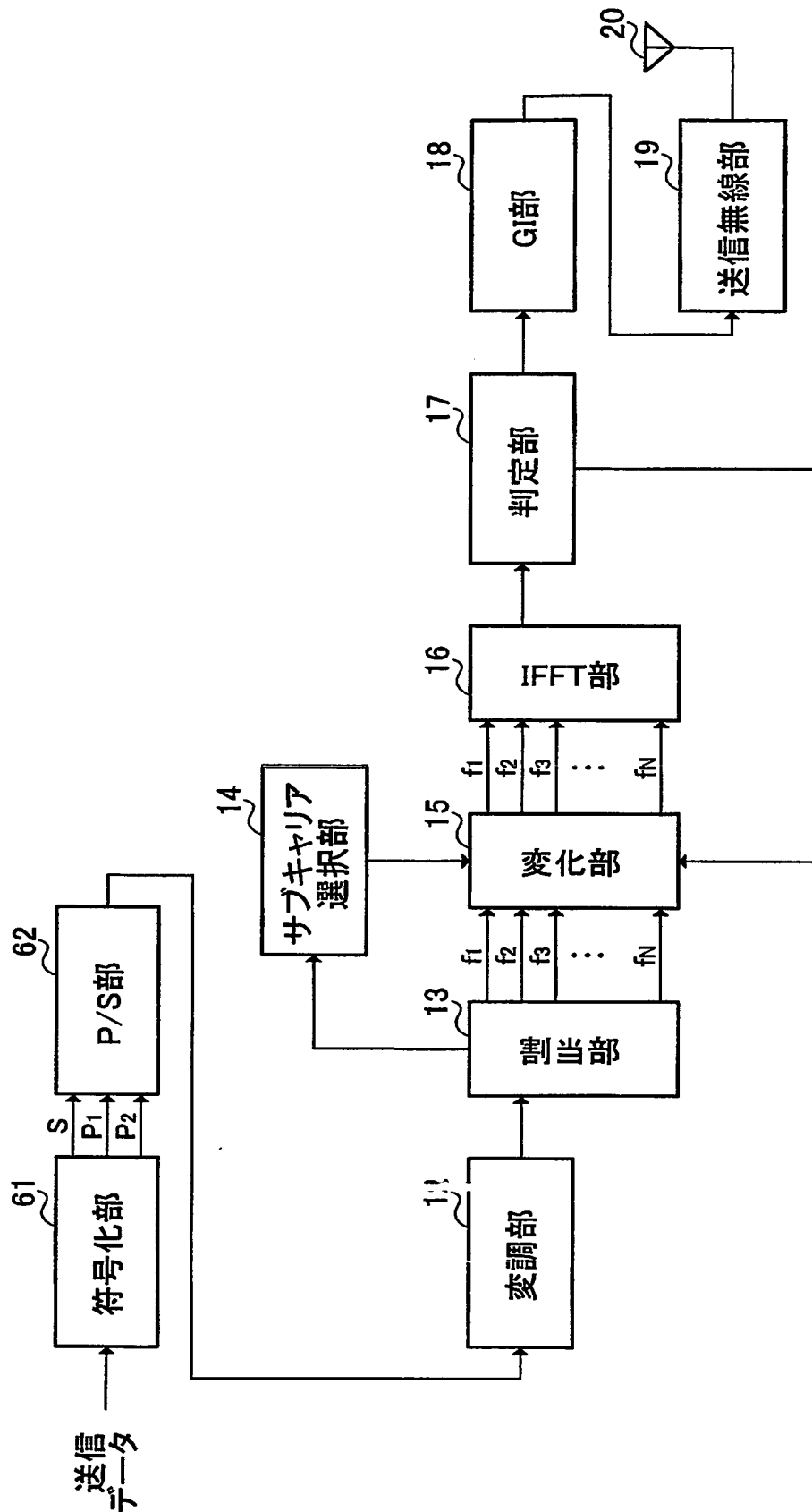
【図 24】



【図 25】

サブキャリア	受信SIR	選択MCS	マージン
f ₁	5.5dB	2	0.5dB
f ₂	6.2dB	2	1.2dB
f ₃	8.3dB	2	3.3dB
f ₄	4.2dB	1	4.2dB
f ₅	0.3dB	1	0.3dB
f ₆	5.6dB	2	0.6dB
f ₇	13.5dB	3	3.5dB
f ₈	15.5dB	4	0.5dB

【図 26】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 マルチキャリア伝送においてスループットの低下および伝送効率の低下を招くことなくピーク電力を抑圧すること。

【解決手段】 符号化部 11 が送信データを符号化し、変調部 12 が符号化されたデータを変調してシンボルを作成し、割当部 13 がマルチキャリア信号を構成する複数のサブキャリアのいずれかにシンボルを割り当て、変化部 15 が複数のサブキャリアの各々の位相を I-Q 平面上の信号点の判定境界線を越えない範囲で変化させ、IFFT 部 16 が逆高速フーリエ変換によりマルチキャリア信号を作成する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 4 0 3 4 1 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更新月日 1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名 松下電器産業株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/017285

International filing date: 19 November 2004 (19.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2003-403415
Filing date: 02 December 2003 (02.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 27 January 2005 (27.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse